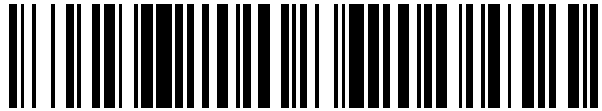


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 612**

51 Int. Cl.:

**C10G 9/36**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2013 E 13744973 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2867336**

54 Título: **Procedimiento para la conversión de cargas de hidrocarburos a través de craqueo térmico con vapor de agua**

30 Prioridad:

**09.08.2012 EP 12005780**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**15.02.2016**

73 Titular/es:

**LINDE AG (100.0%)  
Klosterhofstrasse 1  
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMIDT, GUNTHER;  
FRITZ, HELMUT y  
WALTER, STEFANIE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 559 612 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la conversión de cargas de hidrocarburos a través de craqueo térmico con vapor de agua

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la conversión de cargas de hidrocarburos a través de craqueo térmico con vapor de agua en al menos una corriente de producto que contiene olefina, que contiene al menos etileno y propileno, en el que una primera carga de hidrocarburos es convertida, al menos parcialmente, en al menos un primer horno de craqueo y una segunda carga de hidrocarburos es convertida, al menos parcialmente, en al menos un segundo horno de craqueo.

10 En el craqueo térmico con vapor de agua (designado también como craqueo con vapor de agua, en inglés Steam Cracking) se trata de un procedimiento establecido desde hace mucho tiempo de la petroquímica. El compuesto objetivo clásico en el craqueo térmico con vapor de agua es el etileno (también: eteno), que representa un compuesto de partida importante para una serie de síntesis químicas.

Como carga para el craqueo térmico con vapor de agua se pueden utilizar tanto gases como etano, propano o butano y mezclas correspondientes como también hidrocarburos líquidos, como por ejemplo nafta, y mezclas de hidrocarburos.

15 Con respecto a los dispositivos y condiciones de reacción utilizados en particular en el craqueo térmico y a las reacciones en ejecución así como los detalles de la técnica de refinería se remite a Artículos correspondientes en operaciones de búsqueda como Zimmermann, H. y Walzl, R.: Ethylene. En: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 6ª edición. Weinheim: Wiley-VCH, 2005, y Irion, W.W. y Neuwirth, O.S.: Oil Refining. En: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 6ª edición Weinheim: Wiley-VCH 2005. Procedimientos para la fabricación de olefinas se publican, por ejemplo, también en el documento US 3 714 282 A y en el documento US 6 743 961 B1. Se conoce a partir del documento US 2008/0223754, por ejemplo, que en refinerías se pueden emplear instalaciones de craqueo, como por ejemplo instalaciones de craqueo hidráulico, instalaciones de craqueo catalítico, instalaciones de craqueo-FCC o instalaciones de craqueo térmico con vapor de agua para el procesamiento de cargas de hidrocarburos.

25 Para el craqueo térmico con vapor de agua se emplean hornos de craqueo. Los hornos de craqueo, junto con unidades de enfriamiento e instalaciones conectadas a continuación para el procesamiento de las mezclas de productos formadas, están integrados en instalaciones correspondientes mayores para la fabricación de olefina, que se designan en el marco de esta solicitud como "instalaciones de craqueo con vapor de agua".

30 Una variable característica importante en el craqueo térmico con vapor de agua es la llamada severidad del craqueo (en inglés: Cracking Severity), que determina las condiciones del craqueo. Las condiciones del craqueo están influenciadas especialmente por la temperatura y el tiempo de residencia así como por las presiones parciales de los hidrocarburos y del vapor de agua. También la composición de las mezclas de hidrocarburos utilizadas como carga y el tipo de construcción de los hornos de craqueo utilizados influyen en las condiciones de craqueo. En virtud de las influencias mutuas de estos factores se establece la condición de craqueo normalmente a través de la relación de propileno (también designado como propeno) a etileno en el gas de craqueo.

35 Durante el craqueo térmico con vapor de agua, de acuerdo con la mezcla de carga y las condiciones de craqueo, además del compuesto objetivo clásico etileno, aparecen a veces cantidades considerables de productos secundarios, que pueden ser separados a partir de una corriente de producto correspondiente. En este caso se trata, entre otras cosas, de alquenos inferiores como, por ejemplo, propilenos y butenos así como dienos, como por ejemplo butadienos, así como aromas, como por ejemplo benceno, tolueno y xilenos. Éstos poseen un valor económico comparativamente alto, de manera que es deseable su formación, por decirlo así, como productos de alto valor (en inglés: High Value Products).

45 El documento US 2008/0194900 A1 publica un procedimiento para la generación de olefinas a través de craqueo con vapor de agua de nafta aromática, en el que el etano, el propano y una corriente de olefina C<sub>5</sub> formados pueden ser retornados al craqueo.

El documento US 6 743 961 B2 publica un procedimiento para la generación de olefinas, en el que se evapora parcialmente petróleo crudo en una unidad combinada de evaporación y de craqueo. El vapor formado y el líquido remanente son craqueados en diferentes condiciones de craqueo.

50 En el documento US 2004/209964 A1 se propone un procedimiento, en el que se fracciona una corriente de producto de Fischer-Tropsch. Hidrocarburos de diferentes longitudes de cadena se craquean en diferentes condiciones de craqueo.

La presente invención se ha planteado el cometido de mejorar las posibilidades para la obtención de mezclas de productos que contienen olefinas a partir de hidrocarburos a través de craqueo con vapor de agua.

### Publicación de la invención

Ante estos antecedentes, la invención propone un procedimiento para la conversión de cargas de hidrocarburos a través de craqueo térmico con vapor de agua para obtener una corriente de producto que contiene olefina, que contiene al menos etileno y propileno, en el que una primera carga de hidrocarburos es convertida, al menos parcialmente, en al menos un primer horno de craqueo y una segunda carga de hidrocarburos es convertida en al menos un segundo horno de craqueo, con las características de las reivindicaciones independientes de la patente. Las configuraciones preferidas son objeto de las reivindicaciones dependientes y de la descripción siguiente.

### Ventajas de la invención

De acuerdo con la invención, se propone un procedimiento, en el que la segunda carga de hidrocarburos contiene en una medida predominante hidrocarburos con un índice de carbono de 5 y/o 4 y está constituida en su mayor parte de una o varias fracciones recicladas, que se obtienen a partir de la corriente de producto, en el que la segunda carga de hidrocarburos es convertida en el segundo horno de craqueo (2) con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno de 0.85 a 1,6 kg/kg,

En el marco de la invención se designan como primera y segunda carga de hidrocarburos, respectivamente, todos los hidrocarburos, que son conducidos el primero o bien al segundo horno de craqueo. Por lo tanto, se convierte al menos parcialmente una primera carga de hidrocarburos en un primer horno de craqueo y una segunda carga de hidrocarburos en un segundo horno de craqueo. En este caso, de acuerdo con la invención, la segunda carga de hidrocarburos está constituida de manera más ventajosa por una fracción o varias fracciones, que son separadas a partir de la corriente de producto y son recicladas al segundo horno de craqueo, en el que se convierte la segunda carga de hidrocarburos en la segunda severidad de craqueo. Por lo tanto, con ventaja a la segunda carga de hidrocarburos no se alimenta ninguna entrada fresca y al segundo horno de craqueo no se alimenta de manera más ventajosa tampoco ninguna entrada fresca.

Por craqueo se entiende en el marco de esta invención una unidad de craqueo, en la que están establecidas las condiciones de craqueo. Es posible que en un horno general esté presente una división en dos o más hornos de craqueo. Entonces se habla con frecuencia de células abiertas. Varias células de horno que pertenecen a un horno general presentan, en general, zonas de radiación independientes entre sí y una zona de convección común así como una extracción de humo común. En estos casos, cada célula abierta puede ser accionada con condiciones propias de craqueo. Por lo tanto, cada célula abierta es una unidad de craqueo y, por consiguiente, se designa aquí como horno de craqueo. El horno general presenta entonces varias unidades de craqueo o, expresado de otra manera, presenta varios hornos de craqueo. Si existe solamente una célula abierta, ésta es la unidad de craqueo y, por lo tanto, el horno de craqueo. Los hornos de craqueo se pueden reunir en grupos, que son abastecidos, por ejemplo, con la misma carga. Las condiciones de craqueo dentro de un grupo de hornos son ajustadas, en general, iguales o similares.

Puesto que la segunda carga de hidrocarburos está constituida de acuerdo con la invención en su mayor parte por fracciones recicladas, la composición de la segunda carga de hidrocarburos está bien establecida. Esto se aplica especialmente en comparación con cargas de hidrocarburos, que contienen una entrada fresca. El segundo hidrocarburo se convierte ahora en al menos un segundo horno de craqueo. Esto tiene la ventaja de que se pueden adaptar las condiciones de craqueo y la carga de una manera óptima entre sí. Cuando ahora la segunda carga de hidrocarburos está constituida en una medida predominante por hidrocarburos con un índice de carbono de 5 y/o 4, ésta se puede craquear en condiciones suaves o muy suaves.

En cambio, durante el craqueo térmico de hidrocarburos de composición habitual como, por ejemplo, nafta, aparecen en condiciones suaves de craqueo cantidades muy grandes de gasolina de pirolisis, que son muy difíciles de manejar en virtud de la gran cantidad. Esto es un resultado de la conversión comparativamente menor de la carga en el horno de craqueo en condiciones suaves de craqueo. Con el procedimiento de acuerdo con la invención se consigue que no se planteen estos problemas.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención se posibilita de esta manera accionar una instalación para el craqueo con vapor de agua, de tal manera que, en relación con la entrada fresca, se obtiene más propileno que en una instalación convencional, en la que no se emplea el procedimiento de acuerdo con la invención. Por lo tanto, se eleva el rendimiento en propileno. Esto se consigue con la invención especialmente por que a través del reciclaje selectivo de fracciones se puede realizar de manera ventajosa un craqueo en condiciones suaves de craqueo.

El concepto "predominante" se utiliza en el marco de esta solicitud para mostrar claramente que la carga o la fracción no está constituida exclusivamente de hidrocarburos con el índice de carbono indicado, sino que además de los hidrocarburos del índice de carbono indicado, pueden estar presentes también hidrocarburos con otros índices de hidrocarburos así como otras impurezas. Durante la separación y procesamiento de la corriente de producto y/o las fracciones permanecen restos del / los componente(s) en la corriente de producto o bien en la fracción. También pueden permanecer otras impurezas, de manera que una corriente de producto o corriente de fracción contiene siempre residuos. Puesto que el gasto para la separación y procesamiento con la pureza a conseguir se incrementa

- de una manera extremadamente fuerte, depende de factores económicos la porción de residuos que puede estar contenida en una corriente, que se extrae para reciclarla. Desde puntos de vista económicos debe ponderarse la cuantía de esta porción. Como valor orientativo general para la porción de hidrocarburos no deseados y otras impurezas se aplicará, en general, que éstas pueden estar contenidas como máximo del 30 a 40 por ciento en peso en la corriente de producto y/o en la fracción. La mayoría de las veces se consigue incluso un valor máximo de 15 por ciento en peso o menos. Por lo tanto, para las fracciones recicladas se aplica que éstas contienen los hidrocarburos deseados con al menos 60 por ciento en peso, con preferencia al menos 80 por ciento en peso y de manera más preferida al menos 90 por ciento en peso y de manera especialmente preferida a menos 95 por ciento en peso y muy especialmente preferido al menos 98 por ciento en peso.
- La característica de que la segunda carga de hidrocarburos está constituida en su mayor parte de una o varias fracciones recicladas, que son separadas a partir de la corriente de producto, indica que la o las fracciones recicladas representan la mayor parte de la segunda carga de hidrocarburos. No obstante, en principio es posible una adición de una entrada fresca o de otras fracciones recicladas, con tal que tal adición solamente sea de importancia secundaria, es decir, que el comportamiento del segundo hidrocarburo solamente se determina esencialmente por las propiedades de fracciones recicladas de acuerdo con la reivindicación 1. La cuantía que puede ser eventualmente otra porción en la segunda carga de hidrocarburos depende, por lo tanto, de la medida en que las propiedades de esta otra porción eventualmente añadida se desvían de las propiedades de las fracciones recicladas de acuerdo con la reivindicación 1. Pero como valor orientativo se aplica que las fracciones recicladas de acuerdo con la reivindicación 1 predominan más que la mitad y con preferencia más que tres cuartas partes de la segunda carga de hidrocarburos, de manera especialmente preferida más del 90 por ciento y de manera muy especialmente preferida más del 95 por ciento de la segunda carga de hidrocarburos. En particular, la segunda corriente de hidrocarburos está constituida exclusivamente por una o varias fracciones recicladas, que se obtienen a partir de las corrientes de producto de craqueo.
- Los procedimientos que son necesarios para obtener la segunda carga de hidrocarburos son conocidos por el técnico. Se trata de medidas habituales en el craqueo con vapor de agua para la separación y procesamiento de corrientes de producto y de fracción.
- Las ventajas de la invención se muestran cuando la segunda carga de hidrocarburos contiene en una medida predominante hidrocarburos con un índice de carbono de 5 y/o 4. La segunda carga de hidrocarburos puede contener, por lo tanto, en una medida predominante hidrocarburos con un índice de carbono de 5 o de hidrocarburos con un índice de carbono de 4 o de mezclas de hidrocarburos con índices de hidrocarburos de 5 y 4. En muchos casos de aplicación, son especialmente ventajosas las mezclas de hidrocarburos con índices de hidrocarburos de 5 y 4 como segundo hidrocarburo.
- Con ventaja especial, la segunda carga de hidrocarburos contiene en una medida predominante hidrocarburos saturados. A través de la utilización de hidrocarburos en gran medida saturados se mejora el craqueo térmico con vapor de agua y aparece una porción alta de productos valiosos. Este incremento de productos valiosos se muestra de manera especialmente marcada en la segunda carga de hidrocarburos en virtud de su índice de carbono establecido en la reivindicación 1.
- Para que se puedan emplear en una medida predominante hidrocarburos saturados como carga, debe tener lugar una saturación antes del reciclaje. En este caso, solamente se pueden saturar las fracciones, que son recicladas a la segunda carga de hidrocarburos o se puede realizar una saturación ya en lugar discrecional antes de la separación de estas fracciones. Los métodos para la separación y para la saturación son conocidos por el técnico y se emplean normalmente en el craqueo con vapor de agua.
- En configuración ventajosa de la invención, el segundo hidrocarburo está en gran medida libre de diolefinas. Las diolefinas repercuten de manera desfavorable en el horno de craqueo. A tal fin se eliminan en una medida predominante las diolefinas de las fracciones, que son recicladas al segundo horno de craqueo, a través de procedimientos de conversión antepuestos o de etapas de separación previas. La separación se puede realizar en este caso o bien antes o después de la separación de las fracciones, que son recicladas al segundo horno de craqueo.
- Es especialmente ventajoso que los hidrocarburos contenidos en la segunda carga de hidrocarburos con un índice de carbono sean en una medida predominante hidrocarburos saturados. Con esta carga se puede accionar de manera ventajosa el segundo horno de craqueo. Tal carga está especialmente bien adaptada para un craqueo en condiciones suaves.
- Para la primera carga de hidrocarburos se utilizan de acuerdo con la invención las cargas habituales (ver la página 1), para las que son muy especialmente adecuadas las condiciones de craqueo del primer horno de craqueo. En particular, el primer horno de craqueo es adecuado para convertir hidrocarburos de cadena larga. Por lo tanto, al primer horno de craqueo se reciclan también hidrocarburos con un índice de carbono de 6 y más. De esta manera, la primera carga de hidrocarburos contiene al menos una fracción separada y reciclada a partir de la corriente de

producto, que presenta en una medida predominante hidrocarburos con un índice de carbono de al menos 6.

De acuerdo con la invención, se convierte el segundo hidrocarburo en el segundo horno de craqueo con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno de hasta 1,6 kg/kg. Con preferencia, se convierte el segundo hidrocarburo en el segundo horno de craqueo con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno de hasta 1,4 kg/kg, de manera especialmente preferida hasta 1,2 kg/kg en la salida del horno de craqueo. Si se convierte la carga en condiciones de craqueo suaves, se muestran de manera especialmente marcada las ventajas mencionadas anteriormente de la invención. También son ventajosas condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno en la salida del horno de craqueo de hasta 1,5 kg/kg o hasta 1,15 kg/kg o que están incluso en la zona estrecha de 0,9 a 1,1 kg/kg.

Además, la primera carga de hidrocarburos se convierte de acuerdo con la invención con condiciones de craqueo que conducen a una relación de propileno a etileno de 0,25 a 0,85, con preferencia de 0,3 a 0,75 kg/kg, de manera igualmente preferida de 0,35 a 0,7 kg/kg, de manera especialmente preferida de 0,4 a 0,65 kg/kg en la salida del horno de craqueo, estando el valor para la relación de propileno a etileno para la segunda carga de hidrocarburos por encima del valor para la relación de propileno a etileno para la primera carga de hidrocarburos.

A través del funcionamiento de al menos dos hornos de craqueo en las diferentes condiciones de craqueo mencionadas anteriormente, se ajustan ventajas muy especiales, puesto que las condiciones de craqueo en ambos hornos de craqueo se pueden adaptar a la carga respectiva. De esta manera, la segunda carga de hidrocarburos se caracteriza por que con ésta se consiguen los valores muy altos indicados para la relación de propileno a etileno. En cambio, la primera carga de hidrocarburos se convierte en condiciones de craqueo habituales. A través de la adaptación de las condiciones de craqueo a la primera y a la segunda carga de hidrocarburos se consigue que la fracción de gasolina de pirolisis permanezca predominante en cantidad. También la segunda carga de hidrocarburos forma en condiciones suaves cantidades menores de petróleo de pirolisis que la primera carga de hidrocarburos. En cambio, para el craqueo térmico con vapor de agua en las primeras condiciones de craqueo se utiliza una carga habitual que forma en condiciones de craqueo habituales cantidades predominantes de gasolina de pirolisis.

En este caso, los valores para la relación de propileno a etileno para el primero y el segundo hidrocarburo difieren con ventaja en al menos 0,1 kg/kg, con preferencia en al menos 0,15 kg/kg, de manera especialmente preferida en al menos 0,2 kg/kg.

Como se ha explicado al principio, la relación de propileno a etileno durante el craqueo térmico con vapor de agua resulta a partir de una serie de factores de influencia diferentes, en los que la temperatura de salida del horno de craqueo, es decir, la temperatura de una corriente de producto durante el abandono de la serpentina de reacción utilizada, (en inglés Coil Output Temperature), juega un papel importante. La temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el segundo horno de craqueo está entre 680°C y 820°C, con preferencia entre 700°C y 800°C y de manera más preferida entre 710°C y 780°C y de manera especialmente preferida entre 720°C y 760°C. La temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el primer horno de craqueo está de manera más ventajosa entre 800°C y 1000°C, con preferencia entre 820°C y 950°C y de manera especialmente preferida entre 840°C y 900°C. En este caso, la temperatura de salida del horno de craqueo del primer horno de craqueo está siempre por encima de la del segundo horno de craqueo.

En este caso, la temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el primer horno de craqueo está con preferencia al menos 10°C, de manera especialmente preferida al menos 15°C y de manera especialmente preferida al menos 20°C, por encima de la temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el segundo horno de craqueo.

En el segundo horno de craqueo se puede utilizar, además, una dilución más reducida del vapor que en el primero. Esto reduce la cantidad necesaria de vapor de dilución y ahorra energía. Sin embargo, una dilución más reducida del vapor en el segundo horno de craqueo no es necesaria, para que se muestren las ventajas esenciales de la invención. De manera más ventajosa, en el segundo horno de craqueo se utilizan de 0,15 a 0,8 kg de vapor de agua por kg de hidrocarburo en la carga, mientras que en el primer horno de craqueo se utilizan de 0,3 a 1,5 kg de vapor de agua por kg de hidrocarburo en la carga.

También se pueden convertir con ventaja hidrocarburos especialmente saturados, contenidos en la corriente de producto, con un índice de carbono de 2 a 3 por medio de craqueo térmico con vapor de agua en un horno de craqueo para carga en forma de gas. A tal fin, se obtienen los hidrocarburos saturados en forma de gas a partir de la corriente de producto y se reciclan en los hornos de craqueo para carga en forma de gas y se convierten allí.

Como entrada fresca para la primera carga de hidrocarburos se pueden utilizar tanto gases o fracciones de gas como etano, propano o butano y mezclas correspondientes y condensados como también hidrocarburos líquidos y mezclas de hidrocarburos líquidos. Las mezclas de gas mencionadas y condensados comprenden especialmente los llamados condensados de gas natural (en inglés: Natural Gas Liquids, NGL). Los hidrocarburos líquidos y mezclas de hidrocarburos líquidos pueden proceder, por ejemplo, de la llamada fracción de gasolina de petróleo crudo. En tales gasolinas crudas o bien naftas (NT) y queroseno se trata de mezclas de compuestos con preferencia saturados

con puntos de ebullición entre 35 y 210°C. Sin embargo, la invención es ventajosa también en el caso de empleo de destilados medios, residuos atmosféricos y/o mezclas derivadas de ellos a partir del procesamiento de petróleo crudo. En los destilados medios se trata de los llamados gasóleos ligeros y pesados, que se pueden utilizar como materiales de partida para la fabricación de aceites Diesel y de calefacción ligeros así como aceites de la calefacción pesados. Los compuestos obtenidos presentan puntos de ebullición de 180 a 360°C. Con preferencia, se trata de compuestos predominantemente saturados, que se pueden convertir en el craqueo térmico con vapor de agua. Además, también se pueden utilizar fracciones obtenidas a través de procedimientos de separación por destilación conocidos y residuos correspondientes, pero también es posible la utilización de fracciones derivadas de ellos, por ejemplo a través de hidrogenación (en inglés: Hydrotreating) o craqueo hidráulico. Ejemplos son gasóleo ligero, pesado y de vacío (en inglés Atmospheric Gas Oil, AGO, o bien Vacuum Gas Oil, VGO) así como mezclas y/o residuos tratados a través de los procedimientos de hidrogenación mencionados (en inglés: Hydrotreated Vacuum Gas Oil, HVGO, Hydrocracker Residue, HCR, o bien Unconverted Oil, UCO).

Como entrada fresca para la primera carga de hidrocarburos son muy especialmente ventajosos hidrocarburos líquidos. En particular, como entrada fresca se utilizan condensados de gas natural y/o fracciones de petróleo crudo y/o mezclas derivadas de ellas.

De manera más ventajosa, la invención comprende, por lo tanto, la utilización de mezclas de hidrocarburos con un intervalo de ebullición de hasta 600°C como primera carga de hidrocarburos como entrada fresca para la primera carga de hidrocarburos. Dentro de este intervalo general se pueden utilizar también mezclas de hidrocarburos con zonas de ebullición diferentes, por ejemplo con zonas de ebullición de hasta 360°C o de hasta 240°C. Las condiciones de reacción en el horno de craqueo se adaptan en este caso a las mezclas de hidrocarburos empleadas, respectivamente.

No obstante, de esta manera se puede utilizar la invención también con otras entradas frescas discrecionales, que presentan propiedades comparables, como por ejemplo hidrocarburos biógenos y/o sintéticos.

#### Breve descripción del dibujo

El procedimiento de acuerdo con la invención en configuración especialmente ventajosa se explica claramente con la ayuda de los diagramas del proceso, que muestran de forma esquemática las etapas esenciales del procedimiento. Para la comprensión mejorada se representa en primer lugar el procedimiento conocido con la ayuda de la figura 1.

La figura 1 muestra a tal fin en representación esquemática un procedimiento conocido para la producción de olefinas. La figura 2 muestra en representación esquemática las etapas esenciales del procedimiento de acuerdo con la invención en configuración especialmente ventajosa y la figura 3 muestra, de la misma manera esquemáticamente, las etapas esenciales de una configuración especialmente ventajosa. En las figuras, los elementos correspondientes entre sí llevan signos de referencia idénticos.

El diagrama esquemático del proceso 100 de la figura 1 para el procedimiento conocido contiene un horno de craqueo 1, en el que se conducen la entrada fresca A (por ejemplo nafta) así como las fracciones S y P recicladas como carga de hidrocarburos. En el horno de craqueo 1 se calienta y se convierte la carga de hidrocarburos en la zona de convección y de radiación. Se alimenta vapor de agua al horno de craqueo, la mayoría de las veces de 0,5 a 1 kg de vapor de proceso por kg de hidrocarburos. Desde el horno de craqueo 1 sale una corriente de producto C, que se designa en la salida desde el horno de craqueo también como corriente de producto de craqueo. En la salida desde el horno de craqueo, esta corriente de producto de craqueo presenta una temperatura, que está normalmente entre 840°C y 900°C. La relación de propileno a etileno está, en general, en 0,35 a 0,6 kg/kg. Después de un primer enfriamiento (no representado) se procesa la corriente de producto en una unidad de procesamiento (en inglés: processing unit) 4. A partir de la unidad de procesamiento se obtienen como fracciones esenciales de producto E a N las siguientes fracciones: hidrógeno E, lejía F, metano G, etileno H, propileno I, hidrocarburos L en forma de gas con un índice de carbono de 4, gasolina de pirolisis M y aceite de pirolisis N. Los hidrocarburos L en forma de gas con un índice de hidrocarburo de 4 son irradiados adicionalmente en una unidad de procesamiento-C4 5, que se utiliza para el procesamiento de hidrocarburos con un índice de carbono de 4. Tal unidad de procesamiento-C4 trata adicionalmente la fracción con un índice de carbono de 4, de tal manera que se puede disipar butadieno O. El hidrocarburo restante con un índice de carbono de 4 representa una fracción P, que es reciclada al horno de craqueo 1. La gasolina de pirolisis M, que comprende hidrocarburos con un índice de carbono de 5 y más, es procesada adicionalmente en una unidad de procesamiento de gasolina de pirolisis 6 y se disipan aromas Q e hidrocarburos R con un índice de carbono de por ejemplo más de 9. Los hidrocarburos restantes con un índice de carbono de 5 y más son reciclados como fracción S al horno de craqueo 1. La unidad de procesamiento 4 así como la unidad de procesamiento-C4 5 y la unidad de procesamiento de gasolina de pirolisis 6 comprenden unidades habituales para el procesamiento siguiente de la corriente de producto o bien de las fracciones de producto, que sirven para la realización de diferentes etapas del proceso, como por ejemplo compactación, condensación y refrigeración, secado, destilación y fraccionamiento, extracción e hidrogenación. Las etapas del proceso son

habituales en instalaciones de olefinas y son conocidas por el técnico.

El diagrama esquemático del proceso 10 de la figura 2 muestra ahora el procedimiento de acuerdo con la invención en una configuración especialmente ventajosa y sus etapas esenciales del proceso. Adicionalmente al horno de craqueo 1, al que se conducen la entrada fresca B (por ejemplo nafta) y la fracción reciclada U como primera carga de hidrocarburos, aquí está presente un segundo horno de craqueo 2. Al segundo horno de craqueo 2 se conducen como segunda carga de hidrocarburos las fracciones P y T. Desde el primer horno de craqueo 1 sale de nuevo la corriente de producto de craqueo C con las propiedades mencionadas anteriormente. Desde el segundo horno de craqueo 2 sale la corriente de producto de craqueo X. La corriente de producto de craqueo X presenta una temperatura, que está de manera más ventajosa entre 700°C y 800°C. La relación de propileno a etileno está en este caso de manera más ventajosa entre 0,85 y 1,5 kg/kg. Las corrientes de producto C y X son procesadas adicionalmente en la unidad de procesamiento 4 y confluyen en un lugar adecuado para formar la corriente de producto común. Los procesos para el tratamiento siguiente y el procesamiento en la unidad de procesamiento 4 son conocidos y ya han sido descritos. De esta manera, la unidad de procesamiento 4 conduce también, como se acaba de describir, a las fracciones de producto E a N. También las fracciones de producto L y M son tratadas posteriormente, como se acaba de describir, en las unidades de procesamiento especiales 5 y 6. No obstante, en oposición al procedimiento descrito en la figura 1, ahora la fracción P, que contiene hidrocarburos con un índice de carbono de 4, son es reciclada al horno de craqueo 1, sino al segundo horno de craqueo 2. En la unidad de procesamiento de gasolina de pirolisis 6 se obtienen, además de las fracciones Q y R mencionadas anteriormente, las fracciones T y U. La fracción T, que contiene hidrocarburos con un índice de carbono de 5, es reciclada al segundo horno de craqueo 2, mientras que la fracción U, que contiene hidrocarburos con un índice de carbono de 6 y más, en particular entre 6 y 9, es reciclada al primer horno de craqueo 1.

Una configuración especialmente ventajosa de la invención está contenida en la figura 3. La figura 3 presenta el mismo diagrama esquemático de proceso que se muestra también en la figura 2. Ésta se complementa con un horno de craqueo 3 para carga en forma de gas, al que se conduce una fracción V como carga. La fracción V contiene hidrocarburos en forma de gas saturados con un índice de carbono de 2 ó 3, que se obtienen de la misma manera en la unidad de procesamiento 4.

**Lista de signos de referencia**

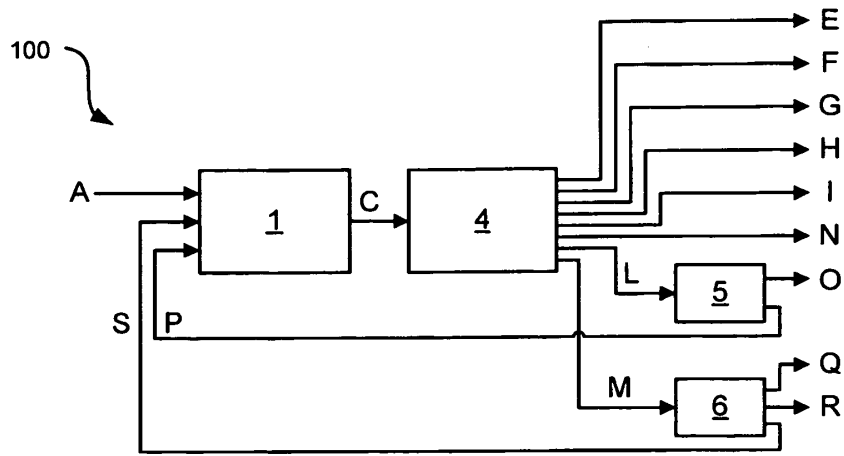
- 1 Horno de craqueo (condiciones normales de craqueo)
- 2 Horno de craqueo (condiciones suaves de craqueo)
- 30 3 Horno de craqueo para el empleo en forma de gas
- 4 Unidad de procesamiento
- 5 Unidad de procesamiento de C4
- 6 Unidad de procesamiento de gasolina de pirolisis
- 35 10 Diagrama esquemático del proceso para un procedimiento conocido
- 100 Diagrama esquemático del proceso para el procedimiento de acuerdo con la invención en una configuración especialmente ventajosa
- 40 A, B Entrada fresca
- C, D, X Corrientes de producto
- E-V Fracciones de producto

## REIVINDICACIONES

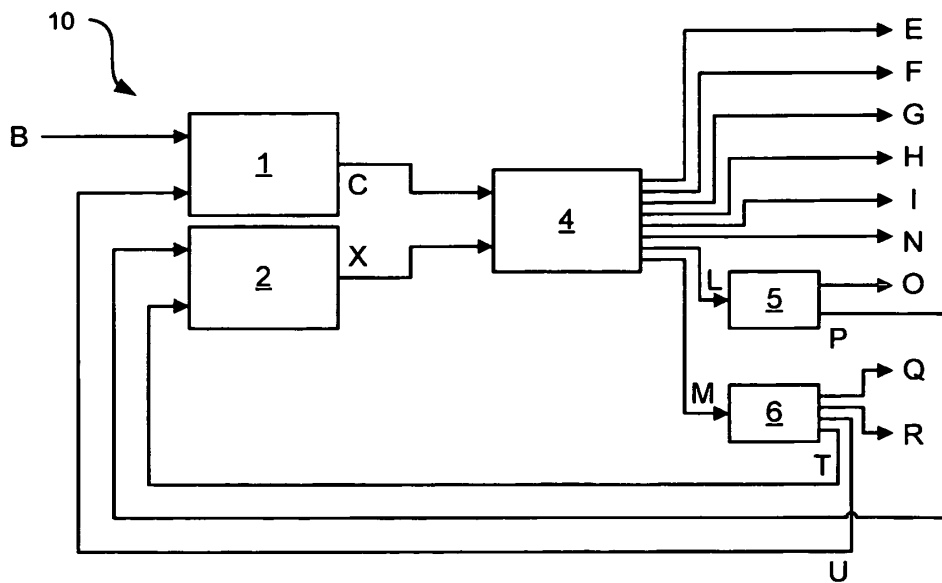
- 5 1.- Procedimiento para la conversión de cargas de hidrocarburos a través de craqueo térmico con vapor de agua en al menos una corriente de producto que contiene olefina, que contiene al menos etileno y propileno, en el que una primera carga de hidrocarburos es convertida, al menos parcialmente, en al menos un primer horno de craqueo (1) y una segunda carga de hidrocarburos es convertida, al menos parcialmente, en al menos un segundo horno de craqueo (2), caracterizado por que la segunda carga de hidrocarburos contiene en una medida predominante hidrocarburos con un índice de carbono de 5 y/o 4 y está constituida en su mayor parte de una o varias fracciones (P, T) recicladas, que se obtienen a partir de la corriente de producto, en el que la segunda carga de hidrocarburos es convertida en el segundo horno de craqueo (2) con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno de 0,85 a 1,6 kg/kg, y por que se alimenta a la primera carga de hidrocarburos al menos una fracción (U) separada y reciclada desde la corriente de producto, que presenta en una medida predominante hidrocarburos con un índice de carbono de al menos 6, en el que la primera carga de hidrocarburos es convertida en el primer horno de craqueo (1) con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno de 0,25 a 0,85 kg/kg en la salida del horno de craqueo y el valor para la relación de propileno a etileno para la segunda carga de hidrocarburos es por encima el valor para la relación de propileno a etileno para la primera carga de hidrocarburos.
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el segundo hidrocarburo está constituido exclusivamente por una o varias fracciones (P, T) recicladas.
- 20 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que los hidrocarburos contenidos en el segundo hidrocarburo son hidrocarburos saturados en una medida predominante con un índice de carbono de 5.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el segundo hidrocarburo está en gran medida libre de diolefinas.
- 25 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el segundo hidrocarburo contiene en una medida predominante hidrocarburos saturados.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el segundo hidrocarburo es convertido en el segundo horno de craqueo (2) con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno hasta 1,2 kg/kg en la salida del horno de craqueo.
- 30 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el primer hidrocarburo es convertido en el primer horno de craqueo (1) con condiciones de craqueo, que conducen a una relación de propileno a etileno de 0,3 a 0,75 kg/kg, con preferencia de 0,4 a 0,65 kg/kg en la salida del horno de craqueo.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los valores para la relación de propileno a etileno para el primero y el segundo hidrocarburos difieren en al menos 0,1 kg/kg, con preferencia en al menos 0,15 kg/kg, de manera especialmente preferida en al menos 0,2 kg/kg.
- 35 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el segundo horno de craqueo (2) está entre 680°C y 820°C, con preferencia entre 700°C y 800°C y de manera más preferida entre 710°C y 780°C y de manera especialmente preferida entre 720°C y 760°C y la temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el primer horno de craqueo (1) está entre 800°C y 1000°C, con preferencia 820°C y 950°C y de manera especialmente preferida entre 840°C y 900°C, estando la temperatura de salida del horno de craqueo del primer horno de craqueo (1) por encima de la del segundo horno de craqueo (2).
- 40 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el primer horno de craqueo (1) está al menos 10°C, con preferencia al menos 15°C, de manera especialmente preferida al menos 20°C, por encima de la temperatura de salida del horno de craqueo para la conversión en el segundo horno de craqueo (2).
- 45 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que en el primer horno de craqueo (1) se utilizan de 0,3 a 1,5 kg de vapor de agua por kg de carga de hidrocarburos y en el segundo horno de craqueo (2) de 0,15 a 0,8 kg de vapor de agua por kg de carga de hidrocarburos.
- 50 12.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que a partir de la corriente de producto se obtiene al menos una fracción (V), que presenta de forma predominante hidrocarburos con un índice de carbono de 2 ó 3, y en un horno de craqueo (3) se convierte al menos parcialmente para el empleo en forma de gas.
- 13.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la entrada fresca (B) utilizada para la primera carga de hidrocarburos con condensados de gas natural y/o fracciones de petróleo crudo, en particular



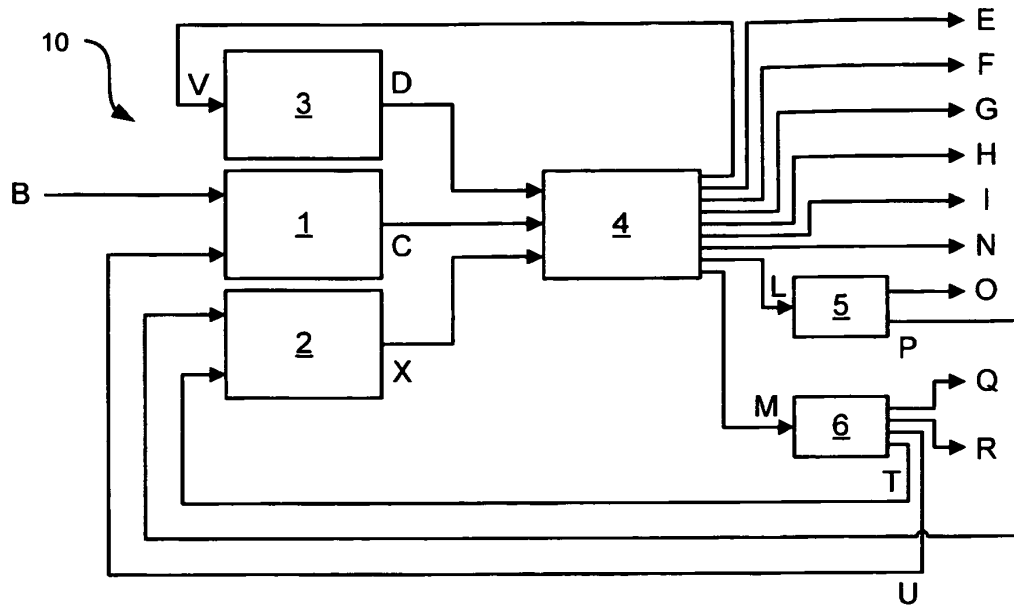
nafta y/o hidrocarburos sintéticos y/o biógenos y/o mezclas derivadas de ellos.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**